

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 4 月 28 日 (28.04.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/038902 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/60  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/015448  
(22) 国際出願日: 2004 年 10 月 13 日 (13.10.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願 2003-358971 2003 年 10 月 20 日 (20.10.2003) JP  
特願 2003-359185 2003 年 10 月 20 日 (20.10.2003) JP  
特願 2003-359814 2003 年 10 月 20 日 (20.10.2003) JP  
特願 2003-404903 2003 年 12 月 3 日 (03.12.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LIMITED) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).

- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 改森 信吾

(KAIMORI, Shingo) [JP/JP]; 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋 1 丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 野中 毅 (NONAKA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒5291811 滋賀県甲賀市信楽町江田 1 0 7 3 番地 住友電工ウインテック株式会社内 Shiga (JP). 井岡 正則 (IOKA, Masanori) [JP/JP]; 〒5291811 滋賀県甲賀市信楽町江田 1 0 7 3 番地 住友電工ウインテック株式会社内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 上代 哲司, 外 (JODAI, Tetsuji et al.); 〒5400039 大阪府大阪市中央区東高麗橋 3 番 32 号 ニューライフ高麗橋 601 号 Osaka (JP).

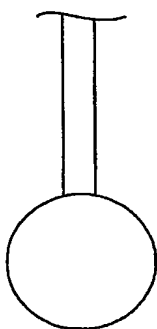
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

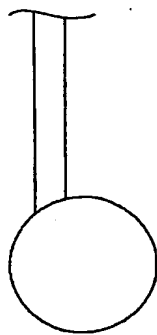
[続葉有]

(54) Title: BONDING WIRE AND INTEGRATED CIRCUIT DEVICE USING THE SAME

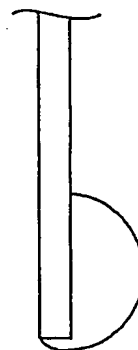
(54) 発明の名称: ボンディングワイヤーおよびそれを使用した集積回路デバイス



(a)



(b)



(c)

(57) Abstract: A bonding wire which has a core material and, formed on the core material, a coating layer comprising a metal having a melting point higher than that of the core material and further has at least one of the following characteristics: 1. the wet contact angle of the molten core material with the coating material is 20 degree or more, 2. the curvature radius of a circular arc, which is formed when the bonding wire is allowed to hang down so that the tip thereof contacts with a horizontal plane and the wire is cut at the point being upper from the tip by 15 cm and the cut wire is allowed to fall on the horizontal plane, is 35 mm or more. 3. 0.2 % offset yield strength is 0.115 to 0.165 mN/ $\mu\text{m}^2$ , and 4. the coating layer has a Vickers hardness of 300 or less.

(57) 要約: 芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有し、かつ前記被覆層は芯材よりも高融点の金属からなり、さらに下記の少なくとも一つの特徴を有するボンディングワイヤー: 1. 芯材の溶融時の被覆材との濡れ接触角が 20 度以上、2. ボンディングワイヤーを、その先端を水平面に接触するように垂下し、前記先端から 15 cm 以上を切断してボンディングワイヤーを前記水平面に落下させることにより形成される円弧の曲率半径が、35 mm 以上である、3. 0.2 % 耐力が 0.115 mN/ $\mu\text{m}^2$  以上かつ 0.165 mN/ $\mu\text{m}^2$  以下である、及び 4. 被覆層のビッカース硬度が 300 以下である。



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## ボンディングワイヤーおよびそれを使用した集積回路デバイス

## 5 技術分野

本発明は、集積回路素子（ＩＣ、ＬＳＩ、トランジスタなど）上の電極と、回路配線基板（リードフレーム、セラミックス基板、プリント基板など）の導体配線との接続に使用されるボンディングワイヤー、および前記ボンディングワイヤーを使用した集積回路デバイスに関するものである。

10

## 背景技術

集積回路素子と回路配線基板との接続方法としては、ボンディングワイヤーを用いたボールボンディング法が採用されている。

15 ボールボンディング法は、移動自在なキャピラリー（以下「ボンディングツール」という）にガイドされたボンディングワイヤーの先端部を、電極トーチとの間の放電により熔融してボールを形成し、その後第１ボンディング点に前記ボールを押圧して接合を形成し、さらにワイヤーを引き出しながらボンディングツールを第２ボンディング点に移動して同様に接続する（このときボールの形成は無い）とのプロセスで一般的に行われている。接続後、ボンディングツールを上昇  
20 させワイヤーをクランプで引っばることによりワイヤーが切断される。

第１ボンディング点を集積回路素子の電極上とし、第２ボンディング点を回路配線基板の電極上とすることにより、又は第１ボンディング点を回路配線基板の電極上とし、第２ボンディング点を集積回路素子の電極上とすることによりこと  
25 により、集積回路素子上の電極と回路配線基板上の電極が、電氣的に接続される。

ボンディングワイヤーの素材としては従来金が使用されていたが、高価であるため、安価な銅を素材としたボンディングワイヤー（銅ボンディングワイヤー）が開発されており、例えば特公平８－２８３８２号公報に開示されている。しかし、銅ボンディングワイヤーは表面の酸化が起こりやすく長時間の保存が難しい

ことや、ボンディング時に基板からの熱伝導で酸化が進行し接合性が悪くなるという問題がある。

特開昭 6 2 - 9 7 3 6 0 号公報には、芯材として銅を用い、前記芯材を金、銀、白金、パラジウム、ニッケル、コバルト、クロム、チタンなどの貴金属や耐食性金属で被覆したボンディングワイヤーが提案されている。このようなボンディングワイヤーは、金ボンディングワイヤーより安価であると同時に表面酸化が起

こらず良好な接合性が得られるとされている。

さらに本発明者らは、金などで被覆した銅ボンディングワイヤーには、形成されるボール径が小さいときボールが真球とならず槍状となる問題や、他にもボールの形状の再現性が不安定となり接合信頼性が低下する問題が有ることを見出し、これらの問題を解決するため、被覆層として銅よりも高融点の耐酸化性の金属を用い、かつ単位断面積当たりの伸びが  $0.021\%/\mu\text{m}^2$  以上であることを特徴とするボンディングワイヤーを提案している (WO 0 3 / 0 3 6 7 1 0 A 1)。

また、本発明者らは、パラジウムなどで被覆した銅ボンディングワイヤーにおいて、被覆層をメッキ形成するときのメッキ液の劣化を防ぐ、被覆層と芯材との密着性を向上する、などの目的で被覆層と芯材の間に異種金属層を設けることを特徴としたボンディングワイヤーを提案している (P C T / J P 0 3 / 0 3 4 9 2)。

本発明者らは、さらにまた、芯材が銅以外であって芯材とは異なる金属で被覆されたボンディングワイヤーについても、ボールの形状の再現性を検討した。その結果、これらのボンディングワイヤーについても、被覆層の融点が芯材の融点より低いと槍状となり、特に被覆層の融点が芯材の融点より高い場合、ワイヤーの中心とボールの中心のずれが発生する場合があることを見出した。

また、銅ボンディングワイヤーについては、前記のように被覆層として銅よりも高融点の耐酸化性の金属を用い、かつ単位断面積当たりの伸びが  $0.021\%/\mu\text{m}^2$  以上とすることによりボールの形状が安定するが、伸び  $0.021\%/\mu\text{m}^2$  以上の銅ボンディングワイヤーを製造するためには、アニールの条件が限定されるなど、製造工程の自由度が低下する問題がある。そこで、伸びの大きさには限定されず、かつ優れたボール形状の安定性を有する銅ボンディングワイヤ

一が望まれる。

又、前記の銅ボンディングワイヤーを用いることによりボールの形状の再現性が安定化し接合信頼性が向上するが、本発明者がさらに検討したところ、銅ボンディングワイヤーにおいては、以下に述べるショートテール不良や不着不良が発生しやすい問題があることが見出された。

ここでショートテール不良および不着不良を、図1、図2および図3を用いて説明する。

図2は、第2ボンディングからその次の接合のためのボール形成までの工程を示す概略図である。前記のように、ボンディングワイヤー2と配線基板3とを第2ボンディング点1で接続後（図2（a））、ボンディングツール5を上昇させクランプ4を閉じボンディングワイヤー2をクランプで引っばることにより、ボンディングワイヤー2は第2ボンディング点1で切断される（図2（b））。ボンディングワイヤー2の切断時にはボンディングツール5は上昇しているので、切断後のボンディングツール5の下には所定の長さのボンディングワイヤー（テール6）が存在し、電極トーチ8との間の放電により、テール6の先端に次ぎの接続のためのボール7が形成される（図2（c））。

しかし、図3に示すように、ボンディングワイヤー2が、ボンディングツール5が所定の上昇をする前に切断される（図3（a））と、ボンディングツール5の下側のテール6は短くなり、またはテール6がなく（図3（b））、次ぎの接続のためのボール7を形成できない、または規格外に小さなボール7が形成される。この不良がショートテール不良である。

また不着不良とは、図4に示すように、第2ボンディング時に接合がうまく形成されず、ボンディング後に接続部が外れている不良を言う。

前記のように、ボンディングワイヤーと配線基板などとの接続は、超音波を印加しつつ押圧して接合を形成することにより行われ、良好な接続を達成するためには、超音波パワーや押圧荷重などを適度な範囲（良好ボンド条件域）内とする必要があるが、不良の発生頻度の大きいボンディングワイヤーを使用した場合は、良好ボンド条件域が狭く、ボールボンディング法実施の際の条件管理が困難になる。

さらに良好ボンド条件域内であっても、不着不良やショートテール不良の発生頻度の大きいボンディングワイヤーを用いると、これらの不良の発生の結果、連続してボンディングできる回数が少なくなる。従って、芯材が銅を主成分とする銅ボンディングワイヤーであって、不着不良やショートテール不良の発生頻度の  
5 小さいボンディングワイヤーの開発が望まれる。

上記のような、芯材上に芯材よりも高融点の金属の被覆層を有するボンディングワイヤーの製造には、好ましくは、芯材の材質からなる太い線に、電気メッキなどにより被覆層の材質である金属の厚メッキを施し、その後複数回伸線して狙いのワイヤー径、層厚を出す方法が採用される。このメッキと伸線の組合せは、  
10 厚みの均一性および表面の平滑性の点でも優れ、さらには、芯材と被覆層との間の密着力が高いために、剥がれた被覆層や異種金属層の欠片がボンディングツール内で詰まる問題も低減できる。

しかし、高融点の金属は一般的に伸線が難しく、この優れた特徴を有する方法においても、次ぎの問題 1～4 が依然として指摘されており、その改善が望まれていた。  
15

1. 断線頻度が金に比べると高く歩留まりが低い。
2. 伸線に使用するダイスが摩耗しやすく、ダイス寿命が短い。
3. 被覆層の剥離は低減されるものの、依然として伸線時に被覆層が部分的に剥離することがあり、又被覆層に亀裂が入る場合がある。
- 20 4. 長手方向で伸線径のバラツキが生じたり、伸線後の断面形状が真円から歪んだりする場合がある。

上記の問題 1. 及び 2. は、製造コストの上昇をもたらし、また問題 3. 及び 4. は、ボンディング特性の低下をもたらす。(以後、問題 1～4 を「伸線性が悪い」と表現する。)

25

#### 発明の開示

本発明は、芯材と芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、優れたボール形状の安定性を有するもの、特にワイヤーの中心とボールの中心のずれが発生しにくいボンディングワイヤーを提供することをその課題

とする。

本発明は、又、銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、ボール形状の安定性に優れるとともに、ショートテール不良や、特に不着不良の発生が少ないボンディングワイヤーを提供  
5 することをその課題とする。

本発明は、さらに、芯材上に芯材よりも高融点の金属被覆層を有するボンディングワイヤーであって、上記の伸線性が悪いとの問題のないボンディングワイヤーを提供することを課題とする。

本発明は、さらに、これらのボンディングワイヤーを使用して製造されたこと  
10 を特徴とする集積回路デバイスを提供することもその課題とする。

#### 課題を解決するための手段

本発明者は、検討の結果、芯材を溶融した時の被覆層の材質（被覆材）との濡れ性が悪いすなわち濡れ接触角が大きいと、ワイヤーの中心とボールの中心がずれるとの問題が発生しにくいことを見出した。すなわち、芯材および被覆材として、次の1) および2) の条件を満たす組合せを用いることにより、優れたボール形状の安定性を有するボンディングワイヤーが得られることを見出し、この知見に基づき本発明（第一の態様）を完成した。

- 1) 被覆材は芯材よりも高融点である。
- 20 2) 芯材の溶融時の被覆材との濡れ接触角が20度以上である。

本発明は、その第一の態様として、芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層は芯材よりも高融点の金属からなり、かつ芯材の溶融時の被覆材との濡れ接触角が20度以上であることを特徴とするボンディングワイヤーを提供する。

25 芯材の溶融時の被覆材との濡れ接触角とは、芯材の塊を被覆材上に乗せ、芯材の融点以上に加熱して芯材を完全に溶解したときの接触角である。より具体的には、50℃/分の昇温速度で加熱し、芯材の溶解開始から40℃昇温したとき測定した接触角である。

この接触角が、20度以上の場合は、図1(a)に示すようにボールの中心は

ワイヤーの中心と一致しているが、20度未満の場合は図1(b)に示すようにボールの中心はワイヤーの中心からずれその結果接合信頼性が低下する場合が発生しやすくなる。

特に、接触角が10度より小さい場合には、図1(c)に示すようにボールは球形を維持出来ず、ワイヤーの片側を溶け上がるような形となる。一方、接触角が30度以上の場合はより好適である。

本発明者は、又、ワイヤーのあらゆる物性とショートテール不良に与える影響との相関を検討の結果、ボンディングワイヤーのカールの程度がショートテール不良の発生に大きく影響し、カールの程度が所定の大きさ以内の場合は、ショートテール不良の発生が実用上問題とならない程度まで少なくなることを見出し、本発明(第二の態様)を完成した。ここで、カールの程度の所定の大きさとは、ボンディングワイヤーを、その先端を水平面に接触するように垂下し、前記先端から15cm上を切断し、ボンディングワイヤーを落下させることにより形成される円弧の曲率半径が、35mmとなる大きさである。

すなわち本発明は、その第二の態様として、銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層は前記芯材よりも高融点の耐酸化性の金属からなり、かつ前記ボンディングワイヤーを、その先端を水平面に接触するように垂下し、前記先端から15cm上を切断してボンディングワイヤーを前記水平面に落下させることにより形成される円弧の曲率半径が(以下カール量と言う。)が、35mm以上であることを特徴とするボンディングワイヤーを提供する。なおより具体的には、カール量は、落下したワイヤーの中点とその前後3cmの点の計3点で形成される円弧の曲率半径をもって決定される。

ショートテール不良は、ワイヤーのカールの程度が大きいとき、ボンディングツール内面とワイヤーとの摩擦が大きく、ボンディングツールが上昇する際の摩擦による張力がワイヤーに加わりワイヤーが切断されることによると考えられる。銅ボンディングワイヤーは金ボンディングワイヤーに比べて剛性が大きいため、金ボンディングワイヤーではショートテール不良を生じないようなカール程度でも、前記の摩擦が大きくショートテール不良につながると考えられる。



そこで、銅ボンディングワイヤーのショートテール不良の低減のため、カール量（前記曲率半径）を大きくすることが望まれる。カール量は、ボンディングワイヤーの製造工程においてボンディングワイヤーが通過するガイドローラーの径やワイヤーにかかる張力、ワイヤー入出角度（ローラーに入るワイヤーとローラーより出るワイヤーにより形成される角度）、またワイヤーの出荷、保存時のスプール径、巻き張力により変動する。しかし、ガイドローラーを通過するボンディングワイヤーには必然的にカールが形成されるので、カールのないボンディングワイヤーを得ることはできない。またカールの小さい（すなわちカール量の大きな）ボンディングワイヤーを得るためには、ガイドローラーの径を大きくする、および／または張力を小さくする必要がある、カールの非常に小さいボンディングワイヤーを得ることも困難である。

本発明者は、カール量を35 mm以上とさえすれば、実用上問題のない範囲までショートテール不良の発生を防ぐことができることを見出したのである。従って、カール量を35 mmよりはるかに大きい値になるように、ガイドローラーの径を大きくする、または張力を小さくする必要はなく、ボンディングワイヤー製造装置の設計や、この製造条件の選択が容易になる。

カール量はより好ましくは40 mm以上である。

本発明者は、さらに、ワイヤーのあらゆる物性と不着不良やショートテール不良に与える影響との相関を検討の結果、ボンディングワイヤーの耐力値がショートテール不良や、特に不着不良の発生に大きく影響し、0.2%耐力を所定値以下とすることにより不着不良の発生頻度を低減できることを見出し、本発明（第三の態様）を完成した。

すなわち本発明は、その第三の態様として銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層は前記芯材よりも高融点の耐酸化性の金属からなり、かつ0.2%耐力が0.115 mN/ $\mu\text{m}^2$ 以上かつ0.165 mN/ $\mu\text{m}^2$ 以下であることを特徴とするボンディングワイヤーを提供する。

本発明のボンディングワイヤーは、その0.2%耐力が0.115 mN/ $\mu\text{m}^2$ 以上かつ0.165 mN/ $\mu\text{m}^2$ 以下であることを特徴とする。ここで0.2

%耐力とは、降伏現象を示さない金属材料において除荷したとき0.2%の塑性ひずみを生じさせる応力を言う。0.2%耐力が $0.115\text{ mN}/\mu\text{m}^2$ 以上かつ $0.165\text{ mN}/\mu\text{m}^2$ 以下であるボンディングワイヤーを用いることにより、不着不良およびショートテール不良の発生頻度が低減し、その結果良好ボンド条件域が拡大し、ボールボンディング法実施の際の条件管理が容易になる。

本発明のボンディングワイヤーの0.2%耐力としては、 $0.125\text{ mN}/\mu\text{m}^2$ 以上かつ $0.155\text{ mN}/\mu\text{m}^2$ 以下の範囲がより好ましい。

なお耐力値は、より具体的には、長さ（チャック間長さ）100mmのワイヤーを $1\text{ mm}/\text{min}$ . で引張り、測定値をワイヤーの断面積で割って算出される

10 。

本発明者は、さらに又、検討の結果、被覆層の硬度が高いと伸線性が悪くなること、そして、被覆層の硬度を所定値以下とすることにより伸線性を向上させること（伸線性が悪いとの問題を解決すること）ができることを見出し、本発明（第四の態様）を完成した。

すなわち、本発明は、その第四の態様として、芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層が芯材よりも高融点の金属からなり、前記被覆層のピッカース硬度が300以下であることを特徴とするボンディングワイヤーを提供するものである。被覆層のピッカース硬度を300以下とすることにより、伸線性が向上し、特に、伸線時の被覆層の部分的な剥離や被覆層の亀裂の発生頻度が低減するなどの優れた効果が達成される。被覆層のピッカース硬度としては、より好ましくは220以下であり、この範囲では伸線性がより向上する。

ピッカース硬度の測定については、ワイヤーの被覆層部を直接硬度測定すると、被覆層（メッキ層）が薄いことや、またワイヤー表面が凸になっているなどの理由により、誤差が大きく測定が困難な場合がある。このような場合は、芯材と同じ材料の板に、被覆層の形成の場合と同じメッキ液、条件にて適当な厚みのメッキを形成し、これのピッカース硬度を測定すると良い。

本発明は、さらに前記の第一から第四の態様から選ばれる態様の組み合わせを含むものである。

## 芯材

本発明の第二の態様のボンディングワイヤー及び第三の態様のボンディングワイヤーについては、芯材は銅を主成分とする。本発明の第一の態様のボンディングワイヤー及び第四の態様のボンディングワイヤーについては、芯材の種類は特定の材料に限定されず、金、銀、銅などが挙げられる。銅ボンディングワイヤーは、金ボンディングワイヤーと比べて安価であり、また適度な剛性を有し樹脂封止の際の樹脂流によるワイヤー間の接触短絡の問題が小さい点などで好ましいが、一方金ボンディングワイヤーよりショートテール不良が発生しやすい問題がある。また、銀は、金よりも安価であり、比較的軟らかいためボンディング時の被接合体へのダメージが少ないとの利点がある。

なお、銅または銀を主成分とする芯材には、銅または銀のみからなる芯材も含まれる。ただし、銅を主成分とする芯材には、銅以外の元素が合計で、芯材の重量に対して0.001重量%以上1重量%以下含まれていることが好ましい。不純物量をこの範囲内とすることにより高い伸び特性が得られ、その結果、後述のように、ボール形状の安定性が向上する。

ここで、芯材に含有される銅以外の元素としては、ベリリウム、錫、亜鉛、ジルコニウム、銀、クロム、鉄、酸素、硫黄、水素などが挙げられる。銅以外の元素が0.001重量%以上含まれることにより、高い伸び特性以外にも、加工時の断線などを大幅に減少させることができるとの効果もある。ただし、銅以外の元素量が多すぎると電気抵抗が高くなるなど電気特性面でマイナスとなる他、ボール形成時にボール表面がクレーター状になる、また後述のように耐力が大きくなるという問題が発生する。この観点から銅以外の元素の合計は1重量%以下であることが望ましい。

## 被覆材

ボンディングワイヤーの酸化を防止する観点から、被覆材として用いられる金属は耐酸化性の金属が好ましく、このような金属として金、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。

中でも芯材よりも高融点の耐酸化性の金属が好ましい。この金属の種類は、芯

材の種類により変動するが、芯材が銅の場合、銅よりも融点が200℃以上高い金属からなる被覆層が好ましい。このような金属を被覆層に用いることにより、ボールボンディング法において形成されるボールの形状が安定し、槍状のボールの発生を防ぐことができる。銅よりも融点が200℃以上高い耐酸化性の金属として具体的には、パラジウム、白金およびニッケルが例示され、パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする金属が好ましく用いられる。もちろん、パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた2種以上を含む合金を被覆材としても良いし、銅よりも高融点で耐酸化性であれば、パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた金属と銅や他の金属との合金を被覆材としても良い。

パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた少なくとも1種以上を主成分とする金属には、パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた2種以上を含む合金も含まれる。パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた金属を主成分とし、芯材よりも高融点で耐酸化性であれば、パラジウム、白金およびニッケルから選ばれた金属と銅、銀や他の金属との合金を被覆材としても良い。

パラジウム、白金およびニッケルの中でも、とりわけパラジウムは、比較的安価でありメッキ性も良く、かつニッケルよりも耐酸化性に優れ、白金よりも加工性に優れる（伸線加工が容易である）ので好適である。

#### 被覆層の厚み

被覆層の厚みとしては、ワイヤーを垂直に切断したときの断面において $Y = (\text{被覆層断面積} / \text{芯材断面積})$ とした場合、 $0.007 \leq Y \leq 0.05$ を満たす範囲の厚みが好ましい。厚みをこの条件を満たす範囲とすることにより、ボール形状がより安定し、真球のボールがより得やすくなる。より好ましくは $0.01 \leq Y \leq 0.04$ の範囲である。

#### 異種金属層

本発明のボンディングワイヤーは、芯材と芯材上に形成された被覆層とを有するが、好ましくは、芯材と被覆層との間にさらに異種金属層が設けられる。ここで、異種金属層とは、芯材および被覆材のいずれとも異なる材質からなる金属層である。

異種金属層を設けることにより、被覆層をメッキ形成するときのメッキ液の劣化を防ぐことができ、また被覆層と芯材との密着性を向上することができる。また、ボール径のより広い範囲でボール形状を真球に保ちやすくなるとの効果もある。

- 5 異種金属層の材質となる異種金属としては、金、白金、パラジウム、レニウム、ロジウム、ルテニウム、チタン、マグネシウム、鉄、アルミニウム、ジルコニウム、クロム、ニッケル、銀、錫、亜鉛、オスミウム、イリジウムおよびこれらの合金が例示される。

- 中でも、金、白金、パラジウム、クロム、ニッケル、銀、錫、亜鉛およびこれ  
10 らの合金はメッキにて容易に異種金属層の形成が可能であるので好適である。また、被覆層の形成に使用するメッキ液の劣化を防ぐ観点からは、イオン化傾向が低い、不動態を作りやすい金属などが好ましく、このような金属として、金、白金、パラジウム、ロジウム、ルテニウム、チタン、鉄、アルミニウム、ジルコニウム、クロム、ニッケルおよびこれらの合金が例示される。これらの好ましい金  
15 属の中でも、特に、金、白金またはパラジウムが好ましい。

- 異種金属は、芯材（銅）よりも融点の低い金属でもよい。なお、異種金属層と被覆層には、メッキ形成方法がそれぞれ異なっていれば、例えば異種金属層をストライク電気メッキにより形成し被覆層を電気メッキにより形成すれば、同じ金属を用いてもよい。すなわち、同じ金属が用いられた金属層であっても、そのメ  
20 ッキ形成方法がそれぞれ異なっていれば、異なる材質からなる金属層である。

異種金属層の厚みは特に限定されない。通常、 $0.001\mu\text{m}\sim 0.1\mu\text{m}$ の範囲が好ましく、さらに好ましくは $0.001\sim 0.03\mu\text{m}$ である。通常、被覆層の厚みの $0.001\sim 0.1$ 倍程度あれば十分である。

#### 単位断面積当りの伸び

- 25 本発明のボンディングワイヤーは、単位断面積当りの伸びに規定されることなく優れたボール形状の安定性を示すが、芯材が銅を主成分とするボンディングワイヤーとしては、単位断面積当りの伸びが $0.021\%/ \mu\text{m}^2$ 以上とすることにより、さらに優れたボール形状の安定性を示すので好ましい。ここで単位断面積当たりの伸びとは、 $10\text{cm}$ の長さのワイヤーを引っ張り速度 $20\text{mm}/\text{分}$ で

引っ張り、破断した際のワイヤーの伸びた割合（％）を、引っ張る前のワイヤーの断面積（芯材および被覆層の合計、異種金属層がある場合は芯材、異種金属層および被覆層の合計「 $\mu\text{m}^2$ 」）で割った値である。

#### 被覆層 B

- 5      ボンディングワイヤーの最外層として、ビッカース硬度が 150 以下の柔らかい金属を用いることにより、伸線性をさらに向上させ、特にダイス寿命を向上させることができる。そこで、前記被覆層の更に外側を、ビッカース硬度が 150 以下の柔らかい金属で被覆することが好ましい。

- 10      被覆層 B の材質として、より好適には、ビッカース硬度が 100 以下の金属である。それらの金属の中でも特に、耐酸化性、展性に優れた金が好ましい。

- なお、被覆層よりも被覆層 B、すなわち最外層の融点が低い場合は、ボールを形成するときボールが槍状になり易いという問題が発生する場合がある。かかる問題は、被覆層 B の厚みを、被覆層より薄くかつワイヤー径の 0.002 倍以下とすることにより回避することができる。被覆層 B の厚みをワイヤー径の 0.001 倍以下とするとより好ましい。
- 15      0.001 倍以下とするとより好ましい。

    なお、本発明のボンディングワイヤーは、本発明の効果を損なわない限り、芯材、被覆層、異種金属層、被覆層 B 以外の層を有してもよい。被覆層および異種金属層、被覆層 B はそれぞれ複数の層を有していてもよい。

#### ボンディングワイヤーの直径

- 20      本発明のボンディングワイヤーの直径は、特に限定されないが、小ボール径を目的とする場合 15 ～ 40  $\mu\text{m}$  が好適である。

#### 集積回路デバイス

- 本発明はさらに、前記のボンディングワイヤーを使用して製造されたことを特徴とする集積回路デバイスを提供するものである。本発明のボンディングワイヤーはボール形状の安定性などに優れるだけでなく、伸線性に優れ、製造コスト面でも、ボンディング特性の面でも有利である。従って、このボンディングワイヤーを用いることにより、集積回路素子上の電極と回路配線基板との接続を安定的に行うことができ、このボンディングワイヤーを用いて製造された集積回路デバイスも安定した品質を有し、かつ製造コスト面でも有利である。
- 25

### 銅ボンディングワイヤーの製造方法

銅ボンディングワイヤーの製造方法としては、太い銅線に、被覆層の材質である金属の厚メッキを施したものの、さらに異種金属層や被覆層Bがある場合はこれらの材質である金属を厚く施したものを複数回伸線して狙いのワイヤー径、層厚  
5 を出す方法が経済的で好ましい。この、電気メッキと伸線の組合せは、厚みの均一性および表面の平滑性の点でもすぐれる。さらには、芯材、異種金属層、被覆層の間の密着力が高いために、剥がれた被覆層や異種金属層の欠片がボンディングツール内で詰まる問題も解消できる。

### 被覆層を形成する方法

- 10 芯材上に、被覆層を形成する方法としては、電気メッキにより形成する方法が好適である。異種金属層をさらに形成する場合には、電気メッキなどにより芯材上に異種金属層を形成し、その上に電気メッキにより被覆層を形成する方法が好適である。異種金属層の形成には、特にストライク電気メッキが好ましく採用される。また異種金属層のような薄膜を形成する方法としては、他に化学蒸着方法  
15 、物理蒸着方法も考えられる。

- ボンディングワイヤーでは通常、伸線して最終線径が得られた後にアニール（「最終アニール」）を行って伸びを調整する。0.021%/ $\mu\text{m}^2$ 以上の高い単位断面積当たりの伸びを有するボンディングワイヤーを得るためには、最終アニール以外に、被覆層形成後の伸線工程の途中でもアニールを施すことが好まし  
20 い。

- 銅を主成分とする芯材を用いた本発明のボンディングワイヤーのカール量は、製造工程においてボンディングワイヤーが通過するガイドローラーの径やワイヤーにかかる張力、ワイヤー入出角度により変動するので、これらの径や張力を調整することにより、容易に前記の好ましい範囲内のカール量を得ることができる  
25 。なお、ガイドローラーの径やワイヤーにかかる張力の好ましい値はボンディングワイヤーの径などのによっても変動する。また、カール量は、製品の出荷や保存時のスプールの巻き径などによっても変動するので、ガイドローラーの径やワイヤーにかかる張力の好ましい値は、このスプールの巻き径などによっても変動する。しかし、ガイドローラーの径やワイヤーにかかる張力の好ましい値は、簡単

な予備実験などにより容易に求めることができる。

銅を主成分とする芯材を用いた本発明のボンディングワイヤーの耐力値は、銅に含まれる不純物の量や種類、およびワイヤー製造時の軟化温度、軟化時間、また伸線時の加工硬化の程度により左右される。一般に銅の不純物量が少ない方が  
5 低耐力値となる。また高温の軟化温度で長時間軟化すると低耐力値となる。従って、銅の中の不純物の量や軟化温度、軟化時間などを調整することにより、0.2%耐力が0.115~0.165 mN/ $\mu\text{m}^2$ であるボンディングワイヤーを得ることができる。

又、一般的に、最終線径に至るまでに複数回軟化する方が低耐力値となり易い  
10 。伸線時にはワイヤー径より小さな径を有するダイスの穴を通す事により、ワイヤー径を小さくして伸線するが、この際にワイヤー径との差の小さい径のダイスにて伸線し、更に適当な潤滑油を供給しながら伸線することにより低耐力値のボンディングワイヤーを得ることができる。

芯材上に、被覆層を形成する方法としては、電気メッキにより形成する方法が  
15 挙げられる。被覆層Bをさらに形成する場合は、被覆層を形成後、電気メッキなどにより被覆層Bが形成される。

被覆層、被覆層Bの前記の好ましい範囲内の硬度は、その材質の選択とともに、メッキ液およびメッキ条件の選択により達成される。同じ金属であっても、使用するメッキ液、メッキ条件により不純物種やその量、メッキ構造が異なるため  
20 その硬度は変動する。例えばパラジウムのピッカース硬度は、200-460範囲で変動させることができる。

#### 図面の簡単な説明

図1 ボンディングワイヤーのボール形成状態を示す模式図である。

25 図2 第2ボンディング後の工程を示す概略図である。

図3 第2ボンディング後の工程を示す概略図である。

図4 第2ボンディング後の工程を示す概略図である。

#### 発明の効果



芯材と芯材上に形成された被覆層とを有し、前記被覆層は芯材よりも高融点の金属からなり、かつ芯材の溶融時の被覆材との濡れ接触角が20度以上であることを特徴とする本発明のボンディングワイヤーを用いて、ボールボンディング法を実施すると、真球のボールが安定的に形成され、特にワイヤーの中心とボールの中心がずれるとの問題が発生しにくい。

銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有し、前記被覆層は前記芯材よりも高融点の耐酸化性の金属からなり、かつカール量が3.5mm以上であることを特徴とする本発明のボンディングワイヤーを用いて、ボールボンディング法を実施すると、形成されるボールの形状が安定しているとともに、ショートテール不良の発生を抑えることができ、連続して安定的な接続を行うことができる。

銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有し、前記被覆層は前記芯材よりも高融点の耐酸化性の金属からなり、かつ0.2%耐力が0.115mN/ $\mu\text{m}^2$ 以上かつ0.165mN/ $\mu\text{m}^2$ 以下であることを特徴とする本発明のボンディングワイヤーは、不着不良やショートテール不良の発生が少ないので、このボンディングワイヤーを用いることにより、連続して安定的な接続を行うことができる。また、良好ボンド条件域が広いため、ボールボンディング法実施の際の条件管理が容易である。

被覆層のビッカース硬度が300以下であることを特徴とする本発明のボンディングワイヤーは、伸線性に優れ、製造時の伸線の際における、断線頻度が金に比べると高く歩留まりが低い、伸線に使用するダイスが摩耗しやすく、ダイス寿命が短い、伸線時に被覆層が部分的に剥離することがあり、また又被覆層に亀裂が入る場合がある、長手方向で伸線径のバラツキが生じたり、伸線後の断面形状が真円から歪んだりする場合があるなどの、従来技術の問題を大きく低減することができる。特に、最外層として、ビッカース硬度が150以下である被覆層Bを設けたボンディングワイヤーは、ダイスの摩耗をより低減できる。

このように前記の本発明のボンディングワイヤーを用いることにより集積回路素子上の電極と回路配線基板との接続を安定的に行うことができるので、集積回路デバイスの製造に好適に用いられる。またこのボンディングワイヤーを用いて

製造された集積回路デバイスは安定した品質を有する。

本発明は又、その第五の態様として、前記の本発明（第一から第四の態様）のボンディングワイヤーを使用して製造されたことを特徴とする集積回路デバイスを提供するものである。

5

#### 実施例

以下本発明を、実施例を用いてより具体的に説明するが、この実施例は、いかなる意味でも、本発明の範囲を限定すると解されるものではない。

#### 10 実施例 1

純度 99.995%、直径 200  $\mu\text{m}$  の芯銅ワイヤーに、電気メッキにて 0.8  $\mu\text{m}$  厚の被覆を形成した。これを伸線、軟化することにより芯材の径 25.2  $\mu\text{m}$ 、被覆層 0.1  $\mu\text{m}$  厚の各種ボンディングワイヤーを作成した。これを用いてボンダー（株）カイジョー製：型番 FB137）で 60  $\mu\text{m}$  径のボールを 15 000 個形成し、ボールの中心とワイヤーの中心がずれる形状不良の発生数を調査した。用いた芯材、被覆材、および結果を表 1 に示す。

芯材の溶融時の濡れ接触角は、アルバック理工製の高温濡れ性試験機 WET 1200 を用いて次のようにして測定した。

厚み 1.5 mm、表面粗度  $R_a = 100 \text{ nm}$  のシート状の被覆材の上に、大きさ 2.5 mm の芯材の球を上下に圧縮して乗せやすくした塊を置き、純度 99.9999% の窒素で雰囲気置換し、かつこの窒素を 1 L/min で流しながら 50  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  で昇温する。前記塊りが溶融開始する温度からさらに 40  $^{\circ}\text{C}$  高温まで昇温した時点の接触角を測定した。測定値は、芯材の金属の比重（銀：10.49、金：19.26、銅：8.93）で補正した。

25

表 1

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4	実験 5
被覆材 (融点℃)	パラジウム (1554)	ニッケル (1455)	パラジウム (1554)	パラジウム (1554)	金 (1064)
芯材 (融点℃)	銅 (1084)	銅 (1084)	銀 (962)	金 (1064)	銀 (962)
濡れ接触角	40°	35°	24°	26°	6°
不良発生率	0/100	1/100	15/100	20/100	100/100

表 1 の結果より明らかなように、濡れ接触角が 20 度以上の実験 1～4 では、  
 5 不良発生率が小さいのに対し、濡れ接触角が 20 度未満の実験 5 では、形成した  
 100 個のボールの全てに不良が発生した。

## 実施例 2

(1) 純度 99.995%、直径 200  $\mu\text{m}$  の銅ワイヤーに、ストライク電気  
 10 メッキにて厚み約 0.04  $\mu\text{m}$  の金ストライクメッキを形成した後、厚み 0.8  
 $\mu\text{m}$  のパラジウムメッキを形成した。これを伸線、軟化することにより銅の芯材  
 の径 25.2  $\mu\text{m}$ 、パラジウム層（被覆層）の厚み 0.1  $\mu\text{m}$ 、金層（異種金属  
 層）の厚み約 0.005  $\mu\text{m}$ 、伸び 15% の銅ボンディングワイヤーを作成した。  
 15 それをスプールに巻き取る際の張力およびガイドローラー径を調製すること  
 より各種のカール量のサンプルを作成した。これを用いてボンダー（株）ASM 製  
 型番 EAGLE AB339 で、ループ長約 4mm の 208 ピン QFP（銅リ  
 ードフレーム、銀スポットメッキ）に加重 80g、超音波パワー 160 でボンデ  
 イングを行い、不良率（ppm：ボンディングの本数 100 万回とした場合の発  
 生するショートテール不良及び不着不良の合計の回数。）を調査した。結果を表  
 20 2 に示す。連続ボンディングの良否は不良率が 500 ppm 未満を○とし、500 p  
 pm 以上を×とした。その結果を表 2 に示す。

(2) (1) で用いられた各種サンプルと同じサンプルを用い、超音波パワー

を変動させた以外は（１）と同様な条件で実験を行い、不良率が５００ｐｐｍ未満となる超音波パワーの範囲（良好ボンド条件域）を求めた。その結果を表２に示す。

表２

	実験１	実験２	実験３	実験４
カール量（mm）	５５	４２	３５	３１
不良率（ppm）	１０	１４	３６０	２０００
連続ボンド性	○	○	○	×
良好ボンド条件域	８０～１９０	８０～１９０	８０～１６０	９０～１４０

表２の結果より明らかなように、カール量が３５mm未満の実験４では、不良率２０００ppm、すなわち５００本に１回ショートテール不良又は不着不良が発生しているのに対し、カール量が実験４よりわずかに大きい値に過ぎない実験  
 １０ ３では、不良率３６０ppm、すなわち約３０００本に１回と大きく向上しており、実用上問題ない範囲となっている。カール量が４０mm以上ではある実験１、２では、不良率はさらに向上している。

### 実施例３

１５ 純度９９．９９５％、直径２００μmの銅ワイヤーに、ストライク電気メッキにて厚み約０．０４μmの金ストライクメッキを形成した後、厚み０．８μmのパラジウムメッキを形成した。これを伸線、軟化することにより銅の芯材の径２５．２μm、パラジウム層（被覆層）の厚み０．１μm、金層（異種金属層）の厚み約０．００５μmの各種の耐力値の銅ボンディングワイヤーを作成した。こ  
 ２０ の銅ボンディングワイヤーのカール量は４０mmであった。これを用いてボンダー（株）ASM製 型番EAGLEAB339）で、ループ長約４mmの２０８ピンQFP（銅リードフレーム、銀スポットメッキ）に加重８０gで、超音波パワーを変動させながらボンディングを行い、不良率（ppm：ボンディングの本数

100万回とした場合の発生するショートテール不良及び不着不良の合計の回数。  
。)が200ppm(5000本に1回不良が発生)以下となる超音波パワーの  
範囲(良好ボンド条件域)を調査した。結果を表3に示す。なお耐力は100m  
m長さのサンプルを1mm/minで引っ張って求めた値10点の平均値である

5 。

表 3

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4	実験 5	実験 6
0.2%耐力 (mN/ $\mu\text{m}^2$ )	0.109	0.123	0.128	0.153	0.160	0.178
良好ボンド条件域 (超音波パワー域)	100-140	80-160	80-180	80-180	90-170	120-160

表3の結果より明らかなように、0.2%耐力が0.165mN/ $\mu\text{m}^2$ を越  
える実験6および0.115より小さな実験1では、良好ボンド条件域が非常に  
狭い。0.2%耐力が0.125mN/ $\mu\text{m}^2$ 以上かつ0.155mN/ $\mu\text{m}^2$   
以下の実験3および実験4では、特に広い良好ボンド条件域が示されている。

#### 実施例 4

##### 15 実験 1-3

純度99.995%、直径200 $\mu\text{m}$ の銅ワイヤーに、電気メッキにて0.0  
4 $\mu\text{m}$ 厚の金ストライクメッキを形成した後、0.8 $\mu\text{m}$ の厚みで各金属のメッ  
キを電気メッキにより形成した。これを伸線することにより銅の芯材の径25 $\mu$   
m、ストライク金メッキ層(異種金属層)約0.005 $\mu\text{m}$ 、各金属メッキ層(被覆層)0.1 $\mu\text{m}$ のボンディングワイヤーを製造した。

##### 実験 4

純度99.995%、直径200 $\mu\text{m}$ の銅ワイヤーに、電気メッキにて0.0

4  $\mu\text{m}$ 厚の金ストライクメッキを形成した後、0.8  $\mu\text{m}$ の厚みでパラジウム層を電気メッキにより形成し、更に0.16  $\mu\text{m}$ の厚みで金層を電気メッキにより形成した。これを伸線することにより銅の芯材の径25  $\mu\text{m}$ 、ストライク金メッキ層（異種金属層）約0.005  $\mu\text{m}$ 、パラジウムメッキ層（被覆層）0.1  $\mu\text{m}$ 、金メッキ層（被覆層B＝最外層）0.02  $\mu\text{m}$ のボンディングワイヤーを製造した。

#### 実験5

純度99.99%、直径200  $\mu\text{m}$ の金ワイヤーを伸線して25  $\mu\text{m}$ 径のワイヤーを製造した。

#### （評価方法）

伸線性の評価のため（1）ダイス寿命及び（2）伸線後のワイヤー10m間の被覆層の亀裂及び被覆層剥離の有無を調査した。伸線時にダイスが摩耗してくるとワイヤー表面の凹凸が増加するためリールに巻き取ったワイヤー表面がぎらついてくる。（1）ダイス寿命は、そのぎらつき発生に至るまでに伸線したワイヤー長さ（最終径）で定義した。

表 4

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4	実験 5
芯材料	銅	銅	銅	銅	金
被覆層材料	パラジウム	パラジウム	プラチナ	パラジウム	なし
被覆層ビッカース硬度	210	400	650	210	—
被覆層 B 材料	なし	なし	なし	金	なし
被覆層 B ビッカース硬度	—	—	—	50	—
(1) ダイス寿命	20 万 m	10 万 m	5 万 m	30 万 m	60 万 m
(2) 被覆層の亀裂、剥離の有無	なし	少し有り	有り	なし	なし

- 被覆層に、ビッカース硬度が 300 を越える材質を用いた実験 2、実験 3 では
- 5 、被覆層の亀裂、剥離が発生し、またダイス寿命も短い。これに対し、被覆層のビッカース硬度が 300 以下の本発明例である実験 1 では、被覆層の亀裂、剥離の発生はなく、またダイス寿命も実験 2、実験 3 と比べて長い。特に、金からなる被覆層 B をパラジウム層（被覆層）の外側に設けた実験 4 では、被覆層の亀裂、剥離の発生はなく、またダイス寿命もさらに長く、金ワイヤー（実験 5）より
- 10 短いものの、実用上ほとんど問題のない長さが得られている。

## 請求の範囲

1. 芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層は芯材よりも高融点の金属からなり、かつ芯材の溶融時の被覆材との濡れ接触角が20度以上であることを特徴とするボンディングワイヤー。  
5
2. 銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層は前記芯材よりも高融点の耐酸化性の金属からなり、かつ前記ボンディングワイヤーを、その先端を水平面に接触するように垂下し、前記先端から15cm上を切断してボンディングワイヤーを前記水平面に落下させることにより形成される円弧の曲率半径が、35mm以上であることを特徴とするボンディングワイヤー。  
10
3. 形成される円弧の曲率半径が、40mm以上であることを特徴とする請求項2に記載のボンディングワイヤー。
4. 銅を主成分とする芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層は前記芯材よりも高融点の耐酸化性の金属からなり、かつ0.2%耐力が0.115mN/ $\mu\text{m}^2$ 以上かつ0.165mN/ $\mu\text{m}^2$ 以下であることを特徴とするボンディングワイヤー。  
15
5. 0.2%耐力が0.125mN/ $\mu\text{m}^2$ 以上かつ0.155mN/ $\mu\text{m}^2$ 以下であることを特徴とする請求項4に記載のボンディングワイヤー。  
20
6. 芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤーであって、前記被覆層が芯材よりも高融点の金属からなり、前記被覆層のビッカース硬度が300以下であることを特徴とするボンディングワイヤー。
7. 芯材が銅を主成分とすることを特徴とする請求項1又は請求項6に記載のボンディングワイヤー。  
25
8. 被覆層が、銅よりも融点が200℃以上高い金属からなることを特徴とする請求項2ないし請求項5及び請求項7のいずれかに記載のボンディングワイヤー。
9. 単位断面積当りの伸びが0.021%/ $\mu\text{m}^2$ 以上であることを特徴とす



る請求項 2 ないし請求項 5、請求項 7 及び請求項 8 のいずれかに記載のボンディングワイヤー。

10. 芯材に含まれる銅以外の元素の含有量の合計が、0.001 重量%以上で 1 重量%以下であることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 5 及び請求項 7 ないし請求項 9 のいずれかに記載のボンディングワイヤー。

11. 芯材が銀を主成分とすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 6 に記載のボンディングワイヤー。

12. 被覆層のさらに外側に、最外層として、ビッカース硬度が 150 以下である被覆層 B を設けたことを特徴とする請求項 6 に記載のボンディングワイヤー。

- 10 13. 被覆層 B の材質が金であることを特徴とする請求項 12 に記載のボンディングワイヤー。

14. 被覆層 B の厚みが、被覆層より薄く、かつワイヤー径の 0.002 倍以下であることを特徴とする請求項 12 または請求項 13 に記載のボンディングワイヤー。

- 15 15. 被覆層が、パラジウム、白金及びニッケルから選ばれる金属を主成分とすることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 14 のいずれかに記載のボンディングワイヤー。

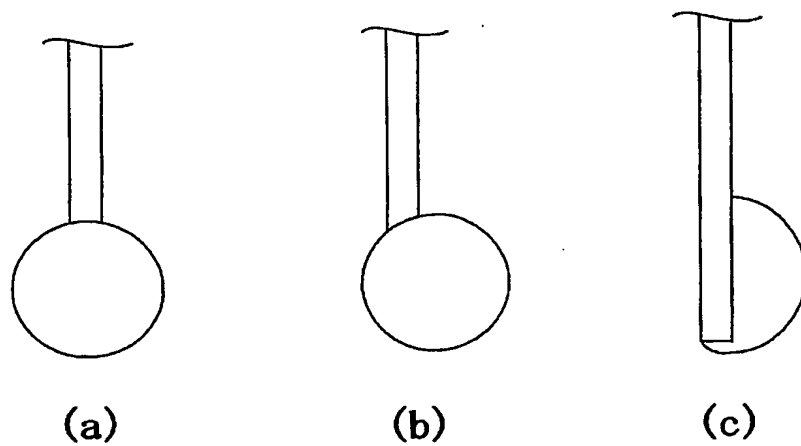
16. 被覆層がパラジウムであることを特徴とする請求項 15 に記載のボンディングワイヤー。

- 20 17. ワイヤーを垂直に切断したときの断面において、被覆層の厚みが、 $Y = (\text{被覆層断面積} / \text{芯材断面積})$  とした場合、 $0.007 \leq Y \leq 0.05$  を満足する範囲であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 16 のいずれかに記載のボンディングワイヤー。

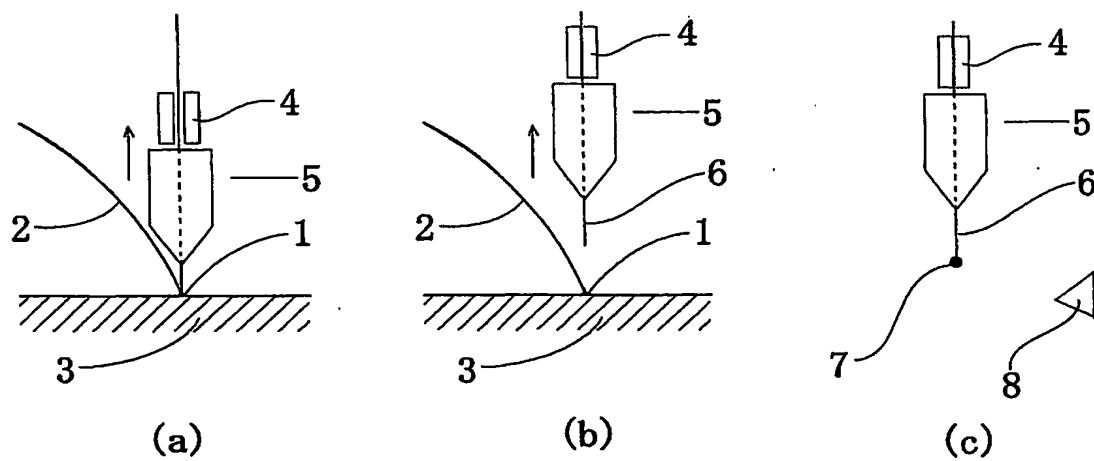
- 25 18. 芯材と被覆層との間に、異種金属層を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 17 のいずれかに記載のボンディングワイヤー。

19. 請求項 1 ないし請求項 18 のいずれかに記載のボンディングワイヤーを使用して製造されたことを特徴とする集積回路デバイス。

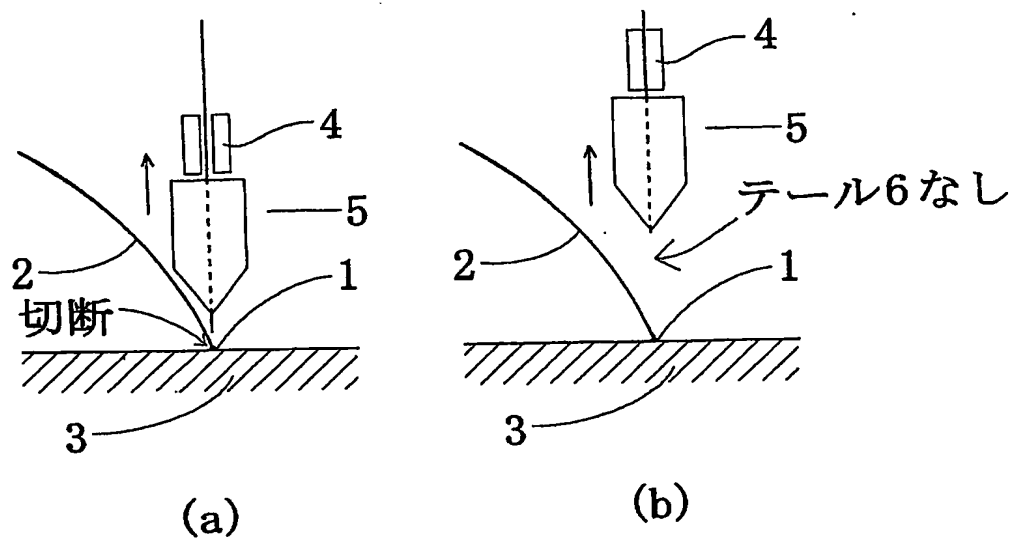
第1図



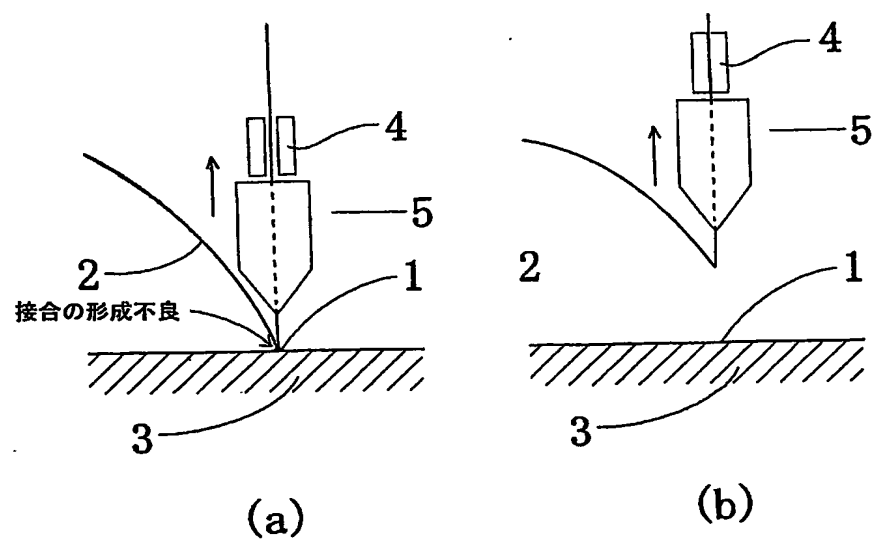
第2図



第3図



第4図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015448

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2003/036710 A1 (SUMITOMO ELECTRIC WINTEC, INC.), 01 May, 2003 (01.05.03), Full text; Figs. 1 to 3 & JP 2004-064033 A	1, 7, 15-17, 19
X	WO 2003/081661 A1 (SUMITOMO ELECTRIC WINTEC, INC.), 02 October, 2003 (02.10.03), Full text & JP 2004-006740 A	1, 7, 15-19
X	JP 04-079243 A (Tanaka Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha), 12 March, 1992 (12.03.92), Full text; drawings & GB 2248416 B & US 5364706 A	1, 11, 15-17, 19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 January, 2005 (13.01.05)

Date of mailing of the international search report  
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/015448

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions according to claims 1 to 19 is that "a coating layer comprises a metal having a melting point higher than that of a core material" in "a bonding wire which has a core material and, formed on the core material, a coating layer". However, the matter is described in the section of the background technology of the specification and therefore falls within the scope of the prior art. Accordingly, this common matter is not a special technical feature in the meaning of PCT Article 13.2, the second sentence. Therefore, there is no matter common to all the inventions according to claims 1 to 19.

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
Claims 1, 7, 11 and 15 to 19

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/015448

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The inventions according to claims 1 to 19 can be classified into the following four groups of inventions:

I. the inventions according to claim 1, and claims 7, 11, 15 to 19 being defined by directly or indirectly referring thereto.

II. the inventions according to claim 2, and claims 3, 7 to 11, 15 to 19 being defined by directly or indirectly referring thereto.

III. the inventions according to claim 4, and claims 5, 7 to 11, 15 to 19 being defined by directly or indirectly referring thereto.

IV. the inventions according to claim 6, and claims 7 to 19 being defined by directly or indirectly referring thereto.

However, since there is no other matter common to these four groups of inventions, which is considered to be a special technical feature in the meaning of PCT Article 13.2, the second sentence, the technical relationship in the meaning of PCT Article 13 cannot be found therebetween.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/60

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 2003/036710 A1 (住友電工ウインテック株式会社) 2003.05.01, 全文, 図1-3 & JP 2004-064033 A	1, 7, 15-17, 19
X	WO 2003/081661 A1 (住友電工ウインテック株式会社) 2003.10.02, 全文 & JP 2004-006740 A	1, 7, 15-19
X	JP 04-079243 A (田中電子工業株式会社) 1992.03.12, 全文, 図面 & GB 2248416 B & US 5364706 A	1, 11, 15-17, 19

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.01.2005

国際調査報告の発送日

01.2.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

市川 篤

4 R

9544

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-19に係る発明の共通の事項は、“芯材と前記芯材上に形成された被覆層とを有するボンディングワイヤー”において、“被覆層が芯材よりも高融点の金属からなること”である。しかしながらこの点は、そもそも明細書の背景技術で説明されている事項であって、先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通の事項は特別な技術的特徴ではない。それ故、請求の範囲1-19に係る発明全てに共通の事項はない。

請求の範囲1-19に係る発明は、

- I. 請求の範囲1及びこれを直接的または間接的に引用した請求の範囲7, 11, 15-19に係る発明
- II. 請求の範囲2及びこれを直接的または間接的に引用した請求の範囲3, 7-11, 15-19に係る発明
- III. 請求の範囲4及びこれを直接的または間接的に引用した請求の範囲5, 7-11, 15-19に係る発明
- IV. 請求の範囲6及びこれを直接的または間接的に引用した請求の範囲7-19に係る発明

の4つの発明群に区分できるが、PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項も存在しないので、それらの相違する発明群の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1, 7, 11, 15-19

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。